



## Potential of *Actinomyces* Isolates as Antimicrobials for *Salmonella typhi*

Hilwah<sup>1\*</sup>, Meiskha Bahar<sup>2</sup>, Andri Pramesyanti Pramono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jl. R.S. Fatmawati No 1, Jakarta Selatan 12450, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jl. R.S. Fatmawati No. 1, Jakarta Selatan 12450, Indonesia

\*Corresponding author: hilwahzimah@gmail.com

### ABSTRACT

*Actinomyces* are aerobic bacteria and Gram-positive bacilli. *Actinomyces* have an antimicrobial, antitumor, immunosuppressive, and antiparasitic activity. This study aims to determine the antimicrobial potency of *Actinomyces* against *Salmonella typhi*. The research design was a true experimental design with *Actinomyces* isolates obtained from the Microbiology Laboratory of the Veteran National Development University, Jakarta. Rejuvenation of *Actinomyces* isolates used spread plate method on media *Starch Casein Agar* (SCA) with six serial dilutions of  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , and  $10^{-6}$ . The antimicrobial test method used the liquid dilution method to determine the value of the minimum inhibitory concentration (MIC) with *Trypticase Soy Broth* (TSB) media followed by colony calculations on *Salmonella Shigella Agar* (SSA) media to determine the value of the minimum bactericidal concentration (MBC). The results showed that the antimicrobial activity of *Actinomyces* isolates is bacteriostatic with MIC value of  $10^{-2}$ . MBC value cannot be determined. It can be concluded that there is a potential of *Actinomyces* isolates as an antimicrobial against *Salmonella typhi* ( $p < 0.05$ ).

**Keywords :** *Actinomyces*, antimicrobe, *Salmonella typhi*

### ABSTRAK

*Actinomyces* adalah bakteri aerob, basil Gram positif dengan kecenderungan membentuk filamen. *Actinomyces* memiliki aktivitas antimikroba, antitumor, immunosupresif, dan antiparasit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi antimikroba isolat *Actinomyces* yang berasal dari Kebun Raya Bogor terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*. Desain penelitian menggunakan desain eksperimental dengan isolat *Actinomyces* yang terdapat di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Peremajaan isolat *Actinomyces* menggunakan metode *spread plate* pada media *Starch Casein Agar* (SCA) dengan enam seri pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , dan  $10^{-6}$ . Metode uji antimikroba menggunakan metode dilusi cair untuk mengetahui nilai konsentrasi hambat minimum (KHM) dengan media *Trypticase Soy Broth* (TSB) dan dilanjutkan perhitungan koloni pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) untuk mengetahui nilai konsentrasi bunuh minimum (KBM). Nilai KHM didapatkan pada konsentrasi isolat *Actinomyces*  $10^{-2}$ . Aktivitas antibakteri isolat *Actinomyces* adalah bakteristatik. Nilai KBM tidak dapat ditentukan. Isolat *Actinomyces* memiliki potensi antimikroba yang bermakna terhadap *Salmonella typhi* ( $p < 0,05$ ).

**Kata Kunci :** *Actinomyces*, antimikroba, *Salmonella typhi*

## PENDAHULUAN

Penyakit infeksius adalah penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti virus, bakteri, dan jamur yang menginfeksi tubuh. Penyakit infeksius dapat menular secara langsung dengan cara menyebar dari satu orang ke orang lainnya, melalui zat-zat seperti air, makanan, dan tanah yang terkontaminasi atau pun dibawa oleh suatu vektor [1].

Demam tifoid merupakan penyakit infeksius yang mengancam jiwa, disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. *World Health Organization*, pada tahun 2018, mengestimasi 11-20 juta orang di dunia terdiagnosis demam tifoid, dengan 128.000-161.000 orang meninggal tiap tahunnya. Di Indonesia, diperkirakan 800-100.000 orang terdiagnosis demam tifoid setiap tahun. Demam tifoid patut diperhatikan oleh berbagai pihak, karena penyakit ini bersifat endemik di Indonesia [2].

Penyebab utama demam tifoid, *S. typhi*, merupakan bakteri dari spesies *Salmonella*. Meningkatnya jumlah kasus resistensi *S. typhi* terhadap obat-obatan terus berkembang [3]. Asia Selatan dan Asia Tenggara memiliki prevalensi resistensi *S. typhi* yang tinggi karena terjadi luasnya konsumsi beberapa kelas antibiotik [4].

Sumber produksi antibiotik dapat dieksplorasi dari metabolit sekunder suatu mikroorganisme yang berasal dari tanah. Salah satu contohnya adalah *Actinomycetes*. *Actinomycetes* adalah bakteri aerob grup besar dan beragam, basil Gram positif dengan kecenderungan membentuk rantai atau filamen [5]. *Actinomycetes* merupakan mikroorganisme yang memiliki peran penting mengikat metabolit sekundernya kaya akan manfaat, seperti antibiotik, antitumor, immunosupresif, antiparasit, dan lain-lain [6].

Telah banyak penelitian dilakukan untuk mengetahui potensi antibakteri *Actinomycetes*. Charousova dkk pada tahun 2017 mengukur aktivitas antimikroba 66 isolat *Actinomycetes*, 42 diantaranya memiliki potensi antimikroba. Identifikasi dilakukan dan didapatkan spesies *Streptomyces scabrissporus*, *Streptomyces sparsogenes*, *Streptomyces misakiensis*, *Streptomyces cirratus*, *Streptomyces*

*lincolnensis*, *Streptomyces endophyticus*, *Streptomyces chartreusis*, dan *Streptomyces alboniger* memiliki aktivitas antimikroba dengan spektrum luas [7]. Bahar pada tahun 2018 melakukan penelitian mengenai efek isolat *Actinomycetes* terhadap aktivitas proteolitik dan amiolitik *Escherichia coli* ATTC 25922. Penelitian tersebut menunjukkan hasil yaitu terdapat senyawa inhibitor terhadap enzim protease dan amilase *E. coli* ATTC 25922 [7]. Penelitian dilakukan Tiara pada tahun 2017, menguji efektivitas isolat *Actinomycetes* dengan metode difusi. Penelitian tersebut mendapatkan hasil semakin tinggi konsentrasi isolat *Actinomycetes* maka semakin kecil ukuran zona bening yang terbentuk [8]. Penelitian lain dilakukan oleh Suryani dkk pada tahun 2014, menilai potensi antimikroba *Actinomycetes* yang diisolasi dari tanah gambut Desa Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar Riau, terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*. Uji antibakteri pada penelitian tersebut menggunakan metode *agar disk*. Hasil dari penelitian tersebut adalah dari jumlah isolat sebanyak 24 isolat, terdapat sepuluh isolat dapat menekan pertumbuhan *E. coli* dan 16 isolat dapat menekan pertumbuhan *S. typhi* [9].

Sementara itu, Fatah pada tahun 2013 menemukan bahwa 43 isolat *Actinomycetes* yang diambil dari tanah sawah yang ditanami padi jenis joe apu dari daerah Sukoharjo tidak memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi* [10].

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut di atas, didapatkan kesimpulan yang berbeda-beda mengenai aktivitas antibakteri isolat *Actinomycetes* terhadap *S. typhi*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi antimikroba isolat *Actinomycetes* terhadap bakteri *S. typhi*. Isolat *Actinomycetes* yang digunakan pada penelitian ini berasal dari tempat yang berbeda yaitu berasal dari Kebun Raya Bogor.

## METODE PENELITIAN

### Desain penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah studi eksperimental yaitu *true experimental* dengan desain *posttest-only control group*, untuk menilai potensi isolat *Actinomyces* sebagai antibakteri terhadap *Salmonella typhi*. Penelitian ini menggunakan metode dilusi cair dan dilanjutkan dengan perhitungan koloni pada cawan padat.

Penelitian ini memiliki delapan kelompok sampel yaitu isolat *Actinomyces* dengan enam konsentrasi berbeda ( $10^{-1}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-4}$ ;  $10^{-5}$ ;  $10^{-6}$ ), kontrol positif, dan kontrol negatif yaitu akuades. Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Federer, didapatkan hasil pengulangan untuk tiap kelompok eksperimen adalah tiga kali.

Data pada penelitian ini disajikan secara deskriptif dan analitik. Data Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) disajikan secara deskriptif. Selanjutnya, data hasil perhitungan jumlah koloni yang tumbuh pada media SSA akan dianalisis dengan metode analitik Uji *One-Way ANOVA* dan uji *post-hoc*.

### Bahan penelitian

Bahan utama dalam penelitian ini adalah sampel isolat *Actinomyces* dan sampel bakteri *Salmonella typhi*. Media pertumbuhan bakteri yang digunakan adalah media *Starch Casein Agar* (SCA), media *Trypticase Soy Broth* (TSB), media *Salmonella Shigella Agar* (SSA).

### Peremajaan isolat *Actinomyces*

Peremajaan *Actinomyces* dilakukan dengan cara mengambil satu ose bulat koloni *Actinomyces* dari media SCA lama, lalu ditanam di media SCA baru. Selanjutnya, inkubasi *Actinomyces* pada media SCA baru tersebut selama tujuh hari.

### Identifikasi makroskopik *Actinomyces*

Identifikasi makroskopik dilakukan dengan menilai koloni yang tumbuh pada media SCA setelah dilakukan peremajaan.

### Identifikasi mikroskopik *Actinomyces*

Identifikasi mikroskopik dilakukan dengan pewarnaan Gram. Kemudian identifikasi dilakukan dengan mikroskop.

### Pembuatan suspensi bakteri

Bakteri *Salmonella typhi* pada media yang sudah mengeras diambil satu ose, lalu dicampurkan ke dalam larutan NaCl 0,9%. Selanjutnya, kekeruhan yang timbul disesuaikan dengan standar kekeruhan Mc. Farland 0,5 (konsentrasi  $10^8$  CFU/mL). Lalu, suspensi bakteri diambil sebanyak 0,1 ml menggunakan mikropipet dan diinokulasikan pada media SSA dengan metode tuang (*pour plate*).

### Pengenceran isolat *Actinomyces*

Isolat *Actinomyces* pada media SCA diambil satu ose, lalu dilarutkan ke dalam media TSB. Selanjutnya, kekeruhan yang timbul disesuaikan dengan standar kekeruhan 0,5 Mc. Farland. Setelah itu, dilakukan pengenceran dengan mengambil 1 ml suspensi isolat *Actinomyces* yang dicampurkan ke media TSB baru. Pengenceran dilakukan sampai dengan konsentrasi  $10^{-6}$ .

### Pengukuran aktivitas antibakteri

Pengukuran aktivitas antibakteri isolat *Actinomyces* dilakukan dengan mengambil isolat *Actinomyces* dengan enam konsentrasi berbeda ( $10^{-1}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-4}$ ;  $10^{-5}$ ;  $10^{-6}$ ) masing-masing satu ose lalu dimasukkan ke media TSB yang berbeda bersama 1 ml suspensi *S. typhi*. Selanjutnya dilakukan inkubasi selama 24 jam, lalu menilai derajat kekeruhannya untuk mendapatkan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM).

Kemudian, suspensi dalam tabung pengujian KHM dipindahkan ke media SSA dan diinkubasi 24 jam untuk menghitung koloni *S. typhi* dengan metode *Standard Plate Count* (SPC). Dari hasil perhitungan tersebut, Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) ditentukan. Percobaan tersebut dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Lalu, menarik kesimpulan dan saran.

## HASIL PENELITIAN

### Identifikasi isolat *Actinomycetes*

Tabel 1 menunjukkan hasil identifikasi isolat *Actinomycetes*. Identifikasi makroskopik dilakukan dengan pengamatan koloni bakteri yang tumbuh pada media selektif untuk isolasi *Actinomycetes* yaitu media *Starch Casein Agar* (SCA). Identifikasi mikroskopik dilakukan dengan cara pewarnaan Gram.

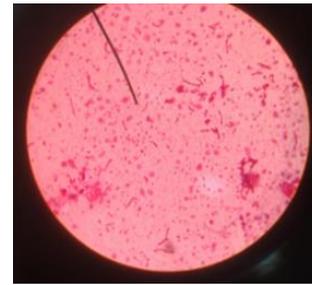
Hasil pengamatan pada hari ke tujuh inkubasi dengan suhu 37°C, ditemukan tumbuhnya koloni bubuk dan kasar yang berwarna putih kekuningan dan anyaman miselium halus dengan aroma khas isolat *Actinomycetes*.

Hasil pengamatan pada mikroskop, tampak morfologi *Actinomycetes* yang memiliki sel berbentuk batang, susunan membentuk rantai

dengan cabang, dan berwarna ungu (Gram positif).



Gambar 1. *Actinomycetes* pada Media SCA



Gambar 2. *Actinomycetes* pada Pewarnaan Gram

Tabel 1. Identifikasi Isolat *Actinomycetes*

Identifikasi	Hasil Pengamatan
<b>Makroskopik</b>	
Bentuk	Koloni bubuk dan kasar dengan anyaman miselium
Warna	Putih kekuningan
Aroma	Khas isolat <i>Actinomycetes</i>
<b>Mikroskopik</b>	
Bentuk	Batang panjang
Susunan	Tunggal dengan cabang
Warna	Ungu
Sifat	Gram positif
Metode	Pewarnaan Gram

### Konsentrasi hambat minimum isolat *Actinomycetes* terhadap *Salmonella typhi*

Tabel 2 menunjukkan hasil pengamatan tabung uji isolat *Actinomycetes* dari konsentrasi  $10^{-1}$  hingga  $10^{-6}$  masih menunjukkan adanya kekeruhan. Kekeruhan tersebut menunjukkan masih adanya pertumbuhan bakteri *S. typhi*. Tabung uji kontrol positif, berisi kloramfenikol, tidak menunjukkan adanya kekeruhan. Selanjutnya pada tabung uji kontrol negatif, berisi akuades, menunjukkan adanya kekeruhan karena pada tabung tersebut karena tidak ada

substansi yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S. typhi*.

Berdasarkan hasil pengamatan kekeruhan pada tabung uji, nilai KHM isolat *Actinomycetes* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. typhi* tidak dapat ditentukan karena masih adanya kekeruhan pada ke-enam konsentrasi isolat *Actinomycetes*.

Tabel 2. Konsentrasi Hambat Minimum pada Tabung Uji

Percobaan	Kekeruhan pada Tabung Uji						Kontrol (+)	Kontrol (-)
	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$		
1	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Bening	Keruh
2	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Bening	Keruh
3	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Keruh	Bening	Keruh

### Konsentrasi bunuh minimum isolat *Actinomycetes* terhadap *Salmonella typhi*

Nilai KBM dilakukan dengan cara perhitungan koloni *S. typhi* pada media SSA. Perhitungan jumlah koloni *S. typhi* dilakukan dengan waktu inkubasi 24 jam dan 48 jam.

Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan koloni *S. typhi* pada media SSA dengan waktu inkubasi 24 jam yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan KBM isolat *Actinomycetes* terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi*.

Pertumbuhan koloni paling sedikit terdapat pada konsentrasi isolat *Actinomycetes*

$10^{-1}$ . Konsentrasi isolat *Actinomycetes*  $10^{-1}$  memiliki jumlah koloni rata-rata 30. Pertumbuhan koloni paling banyak terdapat pada kontrol negatif yaitu akuades. Kelompok kontrol negatif memiliki jumlah koloni tumbuh rata-rata 98,33. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah koloni tersebut, KBM isolat *Actinomycetes* terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi* tidak dapat ditentukan karena isolat *Actinomycetes* konsentrasi  $10^{-1}$  pun belum dapat membunuh bakteri *S. typhi* yang ditandai dengan masih adanya koloni *S. typhi* yang tumbuh.

Tabel 3. Jumlah Koloni *Salmonella typhi* pada Media SSA dengan Waktu Inkubasi 24 Jam

Percobaan	Jumlah Koloni <i>Salmonella typhi</i> pada Media SSA dengan Waktu Inkubasi 24 Jam						Kontrol (+)	Kontrol (-)
	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$		
1	29	49	60	71	80	92	0	95
2	34	36	62	62	86	90	0	97
3	27	39	55	67	78	81	0	103
Jumlah	90	124	177	200	244	263	0	295
Rata-rata	30,00	41,33	59	66,67	81,33	87,67	0,00	98,33
Std. Deviasi	3,61	6,81	3,61	4,51	4,16	5,86	0,00	4,16

Pertumbuhan koloni dengan waktu inkubasi 48 jam paling sedikit terdapat pada konsentrasi isolat *Actinomycetes*  $10^{-1}$  dengan jumlah koloni rata-rata 39,33, sementara kontrol negatif memiliki pertumbuhan koloni tumbuh paling banyak yaitu dengan jumlah koloni rata-rata 112. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah

koloni tersebut, KBM isolat *Actinomycetes* terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi* dengan waktu inkubasi 48 jam juga tidak dapat ditentukan karena isolat *Actinomycetes* konsentrasi  $10^{-1}$  pun belum dapat membunuh bakteri *S. typhi* yang ditandai dengan tidak adanya koloni tumbuh.

Tabel 4. Jumlah Koloni *Salmonella typhi* pada Media SSA dengan Waktu Inkubasi 48 Jam

Jumlah Koloni <i>Salmonella typhi</i> pada Media SSA dengan Waktu Inkubasi 48 Jam								
Percobaan	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	Kontrol (+)	Kontrol (-)
1	40	57	67	81	94	107	0	111
2	42	45	68	69	101	102	0	109
3	36	49	64	79	91	98	0	116
Jumlah	118	151	199	229	286	307	0	336
Rata-rata	39,33	50,33	66,33	76,33	95,33	102,33	0,00	112
Std. Deviasi	3,05	6,11	2,08	6,43	5,13	4,51	0,00	3,60

### Analisis data

Nilai signifikansi uji *One-Way ANOVA* kelompok uji isolat *Actinomycetes* adalah 0,000 ( $p < 0,05$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa isolat *Actinomycetes* memiliki perbedaan aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi* pada masing-masing kelompok konsentrasi.

Hasil uji *Post Hoc Bonferroni*, hasil analisis dengan nilai signifikansi kurang dari 0,05 ( $p < 0,05$ ) yang artinya terdapat perbedaan bermakna antara kelompok. Perbedaan tidak bermakna didapatkan pada kelompok konsentrasi 10<sup>-1</sup> dan 10<sup>-2</sup> karena nilai signifikansi lebih dari 0,059 ( $p > 0,05$ ).

### PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode dilusi cair untuk menentukan nilai KHM lalu dilanjutkan penanaman pada cawan petri dengan media spesifik bakteri uji untuk menentukan nilai KBM dan menilai aktivitas antibakteri isolat *Actinomycetes* berdasarkan jumlah koloni *S. typhi* yang tumbuh. Perhitungan jumlah koloni *S. typhi* dilakukan pada waktu inkubasi 24 jam dan 48 jam. Pada penelitian ini, nilai KHM didapatkan pada konsentrasi isolat *Actinomycetes* 10<sup>-2</sup>, mengingat tidak ada perbedaan aktivitas antibakteri yang bermakna antara konsentrasi isolat *Actinomycetes* 10<sup>-1</sup> dan 10<sup>-2</sup>. Nilai KBM tidak dapat ditentukan. Namun, jumlah koloni rata-rata pada masing-masing kelompok uji mengalami peningkatan dari waktu inkubasi 24 jam ke waktu inkubasi 48 jam, yang menandakan aktivitas antibakteri isolat

*Actinomycetes* adalah menghambat pertumbuhan bakteri *S. typhi* atau bakteriostatik.

Penelitian Suryani dkk pada tahun 2014 menunjukkan hasil pengelompokan aktivitas antibakteri isolat *Actinomycetes* terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*. Isolat *Actinomycetes* memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi* [9]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Aarthi dkk pada tahun 2020, mengisolasi *Actinomycetes* dari Hutan Mangrove Pichavaram, India, menunjukkan hasil empat dari 13 isolat memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. typhi* [11]. Rai dkk pada tahun 2018, melakukan identifikasi dan pengukuran aktivitas antibakteri isolat *Actinomycetes* dari hutan, kebun, lahan pertanian, dan tepi sungai di Chitwan, Nepal. Hasil penelitian tersebut menunjukkan 13 dari 25 isolat memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. typhi* [12].

Terhambatnya pertumbuhan bakteri uji oleh isolat *Actinomycetes* diasumsikan akibat *Actinomycetes* memproduksi metabolit sekunder. Aktivitas senyawa antibakteri dari *Actinomycetes* terdapat dengan berbagai macam mekanisme. Mekanisme antibakteri tersebut antara lain adalah menghambat sintesis dinding sel bakteri, menghambat transkripsi dan translasi di ribosom, menghambat enzim DNA gyrase, dan menghambat sintesis DNA [13]. *Actinomycetes* memproduksi metabolit sekunder antara lain yaitu laktam yang menghambat sintesis dinding sel bakteri, aminokumarin yang menghambat hidrolisis ATP, peptida yang menghambat biosintesis protein pada fase

translasi, dan kbidelomycin yang menghambat aktivitas enzim DNA gyrase [14].

*S. typhi* merupakan bakteri Gram negatif. Pada umumnya bakteri Gram negatif mempunyai ketahanan terhadap zat antibakteri yang kuat. Hal tersebut terjadi mungkin karena selubung sel bakteri Gram negatif sangat kompleks dengan struktur berlapis-lapis [5]. Struktur dinding sel bakteri *S. typhi* terdiri dari lapisan lipopolisakarida dan peptidoglikan sehingga memungkinkan bakteri *S. typhi* memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap zat antibakteri. Dinding sel yang kompleks tersebut dapat menghalangi senyawa antibakteri untuk menembus ke dalam membran sel *S. typhi* [15].

Hasil uji aktivitas antibakteri isolat *Actinomyces* dengan metode SPC menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *S. typhi*. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya peningkatan jumlah koloni tumbuh seiring dengan meningkatnya pengenceran isolat *Actinomyces*. Peningkatan jumlah koloni tumbuh seiring dengan meningkatnya pengenceran isolat *Actinomyces* terjadi karena semakin rendah konsentrasi substansi uji, maka semakin rendah juga konsentrasi zat antibakteri aktif di dalamnya. Aktivitas antibakteri isolat *Actinomyces* adalah menghambat pertumbuhan bakteri *S. typhi*. Hal tersebut dibuktikan dengan meningkatnya jumlah koloni rata-rata *S. typhi* dari waktu inkubasi 24 jam ke waktu inkubasi 48 jam.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut yaitu terdapat potensi antibakteri isolat *Actinomyces* yang bersifat bakteriostatik terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] CDC. 2012. 'The National Center for Emerging and Zoonotic Infectious'.  
 [2] Widodo, D. 2009. Demam tifoid. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Edisi Ke-5*. 2797-806.

[3] Crump, J. A., Sjölund-Karlsson, M., Gordon, M. A., & Parry, C. M. 2016. Epidemiology, Clinical Presentation, Laboratory Diagnosis, Antimicrobial Resistance, And Antimicrobial Management Of Invasive Salmonella Infections. *Clinical Microbiology Reviews*.  
 [4] Id, C. D. B. *et al.* 2018. A systematic review of antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* serovar Typhi, the etiological agent of typhoid. pp. 1–15.  
 [5] Jawetz, E., Melnick, J., Adelberg, E. And Carroll, K., 2016. *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology*. 27th ed. New York: McGraw-Hill Education.  
 [6] Valli S, et al. 2012. Antimicrobial potential of *Actinomyces* species isolated from marine environment. *Asian Pac J Trop Biomed*; 2:469-73.  
 [7] Charousová, I., Medo, J., Halenářová, E., & Javoreková, S. 2017. Antimicrobial and enzymatic activity of actinomyces isolated from soils of coastal islands. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, 8(2), 46–51. [https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR\\_161\\_16](https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR_161_16)  
 [8] Bahar, M. and Zulfa, F. 2018. Potention of Antibacterial Isolat *Actinomyces* to Proteolytic and Amilolytic Activity *Escherichia Coli* ATCC 25922, *Jurnal Teknologi Laboratorium. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta*, 7(1), p. 25. doi: 10.29238/teknolabjournal.v7i1.101.  
 [9] Pratiwi, T. A. (no date) 'DARI SAMPEL TANAH KEBUN RAYA BOGOR TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 SECARA IN Effectiveness Antibacterial Test of *Actinomyces* Isolate From Soil From Bogor Botanical Garden Against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 by In Vitro'.  
 [10] Suryani, S. *et al.* 2014. Seleksi dan Uji Antibakteri Aktinomisetes Asal Tanah Gambut Rimbo Panjang Kampar Riau Terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*', *JOM FMIPA*.

- [11] Uji Aktivitas Isolat Actinomycetes Dari Tanah Sawah Sebagai Penghasil Antibiotik Naskah Publikasi Oleh: Fatah Miftakul Jannah K 100 090 148 Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta Surakarta 2013 (No Date).
- [12] Aarthi, M., Kamalanathan, D. and Balakrishnan, V. 2020. Isolation Of Actinomycetes From The Sediments Of Pichavaram Mangrove Forest , South India And Analysing Their Antibacterial Efficacy. 13(4).
- [13] Rai, K., Khadka, S. and Shrestha, B. 2018. Actinomycetes : Isolation , Characterization and Screening for Antimicrobial Activity from Different Sites of Chitwan , Nepal, 3(1), pp. 25–30. doi: 10.11648/j.ijmb.20180301.14.
- [14] Brooks, G. F., Jawetz, E., Melnick, J. L., & Adelberg, E. A. 2010. Jawetz, Melnick, & Adelberg's medical microbiology. New York, McGraw Hill Medical.
- [15] Jakubiec-Krzesniak, K. *et al.* 2018. Secondary metabolites of actinomycetes and their antibacterial, antifungal and antiviral properties', *Polish Journal of Microbiology*, 67(3), pp. 259–272. doi: 10.21307/pjm-2018-048.
- [16] Nanasombat S, Phunpruch S, Jsichsld T. 2012. Screening and identification of lactic acid bacteria from raw seafoods and Thai fermented seafoods products for their potential use as starter cultures. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 34 (3): 255-262.